

(19)



(11)

**EP 3 523 177 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**07.05.2025 Patentblatt 2025/19**

(21) Anmeldenummer: **17832743.3**

(22) Anmeldetag: **07.12.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B61L 23/04<sup>(2006.01)</sup>**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B61L 23/041**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2017/081834**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2018/104454 (14.06.2018 Gazette 2018/24)**

(54) **VERFAHREN, VORRICHTUNG UND BAHNFahrZEUG, INSBESONDERE SCHIENENFAHRZEUG, ZUR HINDERNISERKENNUNG IM BAHNVERKEHR, INSBESONDERE IM SCHIENENVERKEHR**

METHOD, SYSTEM AND TRACK-BOUND VEHICLE, IN PARTICULAR RAIL VEHICLE, FOR RECOGNIZING OBSTACLES IN TRACK-BOUND TRAFFIC, IN PARTICULAR IN RAIL TRAFFIC

PROCÉDÉ, DISPOSITIF ET VÉHICULE SUR VOIE, NOTAMMENT VÉHICULE FERROVIAIRE, POUR LA DÉTECTION D'OBSTACLE DANS LE TRANSPORT SUR VOIE, EN PARTICULIER LE TRANSPORT FERROVIAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **07.12.2016 DE 102016224344**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.08.2019 Patentblatt 2019/33**

(73) Patentinhaber: **Siemens Mobility GmbH 81739 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **SCHÖNBERGER, Andreas 96049 Bamberg (DE)**

- **DREXLER, Christopher 91090 Effeltrich (DE)**
- **SCHAEFER-ENKELER, Andreas 91341 Röttenbach (DE)**
- **WINHUYSSEN, Jan 80469 München (DE)**

(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys Postfach 22 16 34 80506 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 2 993 105 DE-A1- 102014 206 473**  
**US-A1- 2004 056 182**

**EP 3 523 177 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Verfahren, Vorrichtung und Bahnfahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr, insbesondere im Schienenverkehr

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr, insbesondere im Schienenverkehr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, eine Vorrichtung zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr, insbesondere im Schienenverkehr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6 und ein Bahnfahrzeug zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr, insbesondere ein Schienenfahrzeug zur Hinderniserkennung im Schienenverkehr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

**[0003]** Bahnfahrzeuge sind als Bestandteil einer modernen Verkehrsinfrastruktur spurgebundene Verkehrs- und Transportmittel, die sich beispielsweise rollend auf oder unter von einer oder zwei Leitschienen (Gleisen), schwebend über oder unter einem Magnetfeld oder hängend an Stahlseilen fortbewegen. Von den genannten spurgebundenen Verkehrs- und Transportmittel sind Schienenfahrzeuge, die auf einem Rad-Schiene-System basieren, die entweder einen eigenen Fahrtrieb (Triebwagen) oder von einer Lokomotive gezogen oder geschoben werden und bei denen überwiegend Stahlräder mit einem Spurkranz auf zwei Stahlschienen bzw. Gleisen geführt werden, am weitesten verbreitet.

**[0004]** Aus der EP 2 993 105 A2 ist ein Verfahren und optischer Fahrstreckenprüfsystem zum Untersuchen von Fahrstrecken (Routen), die mit einem Fahrzeug, z.B. einem Zug oder einem Kraftfahrzeug, befahren werden, bekannt, bei dem durch das Erhalten von Sichtfeld-Bilddaten einer an Bord des Fahrzeugs montierten Kamera und ein pixel-/intensitätsbasiertes Untersuchen der Bilddaten im Fahrzeug ein interessierendes Fahrstreckenmerkmal, z.B. eine Messentfernung zwischen Fahrstreckenabschnitten, oder ein bestimmtes Objekt auf der Fahrstrecke, z.B. Personen oder Hindernisse, identifiziert werden kann und in Anhängigkeit davon ein Warnsignal erzeugt wird und infolgedessen eine Fahrzeugsteuerung derart erfolgt, dass das Fahrzeug automatisch verlangsamt wird, indem die Bremsen manuell oder automatisch betätigt werden.

**[0005]** Aus der DE 10 2014 204 473 A1 ist ein Verfahren und Assistenzsystem zur automatischen Fahrerunterstützung eines spurgebundenen Fahrzeugs, z.B. eines Schienenfahrzeugs, bekannt, bei dem eine bevorstehende Kollision erfasst wird, wenn sich das Objekt in einem Teilvolumen befindet, das von dem Fahrzeug eingenommen wird, und bei dem Informationen über die Kollision ausgegeben werden. Dabei wird ein interessierender Bereich entlang einer Route des spurgebundenen Fahrzeugs erfasst und ein Freiraum in dem Bereich bestimmt, in dem das Fahrzeug das Teilvolumen des Freiraums einnimmt. Danach wird ermittelt, ob Objekte in dem Bereich vorhanden sind, mit denen eine Kollision des Fahrzeugs vermieden werden soll. Auf diese Weise

ist es möglich, bevorstehende Objektkollisionen zu erkennen, wodurch die Zuverlässigkeit bei der Objekt-Kollision-Erkennung von Fahrzeugen verbessert wird.

**[0006]** Aus der US 2004/056182 A1 ist ein Abtastlaserstrahl-Hinderniserkennungssystem für Schienenfahrzeuge, z.B. einen Zug, mit einem Prozessor, einem Lichtdetektor und einer Laserquelle bekannt, der elektrische Signale vom dem Lichtdetektor verarbeitet, um ein Hindernis vor dem Schienenfahrzeug zu bestimmen. Der Lichtdetektor empfängt dabei Lichtechos von einem abgetasteten und von der Laserquelle emittierten Laserstrahl und wandelt die Lichtechos in elektrische Signale um. Auf diese Weise wird die Sicherheit von Schienenfahrzeugen verbessert und ein sicheren Bahnbetrieb gewährleistet, indem Unfälle auf der Schiene durch ein Entgleisen des Zuges verhindert, die Gefahr, dass Hindernisse unter den Zug geraten reduziert und generelle Bedrohungen für den Zug erkannt werden.

**[0007]** Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren, eine Vorrichtung und ein Bahnfahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr, insbesondere im Schienenverkehr anzugeben, mit dem bzw. der Hindernisse im Bahnverkehr, wenn Bahnfahrzeuge auf Bahnstrecken im Bahnnetz unterwegs sind, respektive Hindernisse im Schienenverkehr, wenn Schienenfahrzeuge auf Schienenstrecken im Schienennetz unterwegs sind, automatisch erkannt werden.

**[0008]** Das automatische Erkennen von Hindernissen im Bahnverkehr, insbesondere im Schienenverkehr, was Gegenstand der vorliegenden Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2017/081834; Veröffentlichungs-Nr. WO 2018/104454 A2) und der dazu prioritätsbegründenden DE-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. 102016224344.6) ist, ist im Hinblick auf ein zukünftiges automatisiertes (autonomes) oder unterstütztes Fahren von Bahnfahrzeugen im Bahnverkehr respektive Schienenfahrzeugen im Schienenverkehr ein unabdingbares MUSS.

**[0009]** So ist es für das automatisierte oder unterstützte Fahren von Bahn-/Schienenfahrzeugen notwendig, sich bewegende oder stationäre Objekte und Personen im Fahrspur-/Gleisbereich zu erkennen. Gleichzeitig ist es notwendig, zulässige Objekte und Personen (z.B. Prellbock auf der Fahrspur/dem Gleis, Wartungsarbeiter neben der Fahrspur/dem Gleis) von unzulässigen Objekten und Personen (z.B. entwurzelter Baum oder spielende Kinder) zu unterscheiden.

**[0010]** Das Problem des automatisierten oder unterstützten Fahrens wurde bisher durch aufwändige Zusatzinvestitionen in die Streckeninfrastruktur wie Induktionsschleifen, Rechner entlang der Strecke und Kommunikationsanlagen zwischen Zug und Streckenkomponenten realisiert. Weiterhin werden spezielle Schutzzäune für die Vermeidung des Zugangs zum Gleis verwendet (z.B. bekannt von Flughäfen).

**[0011]** Es ist aber nicht nur der Aspekt der Automatischen Hinderniserkennung der für das zukünftige auto-

matisierte (autonome) oder unterstützte Fahren von Bedeutung ist, sondern auch die nachfolgenden technischen Aspekte, die allesamt mehr oder weniger in einem technischen Kontext mit der vorliegenden Patentanmeldung stehen und deshalb aufgeführt und deren Inhalte vor diesem Hintergrund zu berücksichtigen und ggf. sogar zu inkludieren sind.

**[0012]** Es handelt sich um die Aspekte:

1) Das automatische Erkennen von Signalen im Bahn-/Schienenverkehr gemäß der Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2016/057804; Veröffentlichungs-Nr. WO 2017/174155 A1) und der darin offenbarten technischen Lehre.

2) Das automatische Erkennen von Gefahrensituationen im Bahn-/Schienenverkehr gemäß der DE-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. 102016224358.6) und der Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2017/081841; Veröffentlichungs-Nr. WO 2018/14460 A1) und der darin jeweils offenbarten technischen Lehre.

3) Das automatische Erkennen von Fahrspuren/-Gleisen im Bahn-/Schienenverkehr gemäß der DE-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. 102016224335.7) und der Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2017/081890; Veröffentlichungs-Nr. WO 208/104477A1) und der darin jeweils offenbarten technischen Lehre.

4) Das alternative Bestimmen von Positionen im Schienenverkehr, wenn eine herkömmliche satellitengestützte Positionsbestimmung versagt oder unzureichend ist, gemäß der DE-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. 102016224355.1) und der Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2017/081784; Veröffentlichungs-Nr. WO 2018/104427 A1) und der darin jeweils offenbarten technischen Lehre.

5) Das Durchführen einer fahrspur-/gleisbasierten Bildanalyse im Bahn-/Schienenverkehr gemäß der DE-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. 102016224331.4) und der Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2017/081845; Veröffentlichungs-Nr. WO 2018/104462 A1) und der darin jeweils offenbarten technischen Lehre.

**[0013]** Die vorstehend genannte kontextbezogene Aufgabe wird ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 definierten Hinderniserkennungsverfahren durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

**[0014]** Darüber hinaus wird die vorstehend genannte kontextbezogene Aufgabe ausgehend von der im Oberbegriff des Patentanspruchs 6 definierten Hinderniser-

kennungsvorrichtung durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 6 angegebenen Merkmale gelöst.

**[0015]** Weiterhin wird die vorstehend genannte kontextbezogene Aufgabe ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruchs 12 definierten Bahnfahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 12 angegebenen Merkmale gelöst.

**[0016]** Die der Erfindung gemäß den unabhängigen Ansprüchen 1, 6 und 12 zugrundeliegende Idee besteht darin, auf Basis von mehreren Bildern eines einem Bahnfahrzeug vorgelagerten Fahrstreckenbereichs in einem in den Bildern jeweils markierten Bildbereich, der im Wesentlichen eine von dem Bahnfahrzeug genutzte Fahrspur zeigt, durch Bildanalyse die durch die Markierung bildlich positionierte Fahrspur zu erkennen und mit gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen oder mit gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen und Zusatzinformationen abzugleichen und in einem Bildbereichsausschnitt des markierten Bildbereichs durch eine Objekterkennungsmethode zu erkennen, ob sich ein Objekt, wie z.B. eine Person, ein Tier, ein umgestürzter Baum etc., auf der Fahrspur befindet, wobei ein Hindernis in dem Bildbereich, vorzugsweise in dem Bildbereichsausschnitt markiert wird, wenn das Objekt durch die Objekterkennungsmethode erkannt wird. Die Bild-Metainformationen beinhalten dabei dem Wortsinn nach Merkmals- und Eigenschaftsdaten der von dem Fahrstreckenbereich erfassten Bilder.

**[0017]** Das Grundprinzip der Erfindung ist es dabei, Metadaten über die Strecke, z.B. den Streckenverlauf, in Kombination mit Sensorik im Bahnfahrzeug sowie Berechnungs- und Auswertelgorithmen zu benutzen, um die Erkennung von Objekten und Personen zu verbessern und die Unterscheidung von zulässigen und unzulässigen Objekten und Personen zu ermöglichen.

**[0018]** Ziel dabei ist es, einen Beitrag zum vollautomatisierten Fahren ohne zusätzliche Investitionen in die Streckeninfrastruktur zu ermöglichen.

**[0019]** Für das Erkennen von Objekten oder Personen auf der Fahrspur/dem Gleis oder in einem kritischen Bereich neben der Fahrspur/dem Gleis werden Mustererkennungsalgorithmen oder Mustervergleichsalgorithmen (sogenannte Pattern-Matching-Algorithmen) pauschal für den Fahrstreckenbereich, der Bereich "vor dem Fahrzeug" (in Fahrtrichtung), verwendet.

**[0020]** 1. Für die Erkennung von Objekten oder Personen auf dem Gleis in großer Entfernung arbeiten diese Algorithmen ineffizient, weil nur ein kleiner Teil des Bildes relevant ist.

**[0021]** 2. Diese Algorithmen sind nicht in der Lage, zulässige Objekte und Personen von unzulässigen Objekten und Personen zu unterscheiden.

**[0022]** Im Automotive-Umfeld mit dem Fokus auf Straßen ist es gemäß der US 6,405,128 B1 bekannt, einen sogenannten "elektronischen Horizont" auszuwerten.

**[0023]** Die automatisierte Erkennung von Objekten und Fahrspuren/Gleisen sowie die Unterscheidung zwi-

schen zulässigen und unzulässigen Objekten/Personen lässt sich in vorteilhafter Weise zumindest teilweise durch folgende Schritte erreichen:

**A.** In einem ersten Schritt werden mehrere Bildaufzeichnungsgeräte (z.B. Sensoren) unterschiedlicher Art (z.B. Videokamera, Lasersensoren, Infrarotkamera, Wärmebildkamera, Radar-Einrichtungen, andere Bildakquisitionsgeräte, etc.) im Bahnfahrzeug verwendet, um Bilder oder andere Informationen von der Bahn-/Schienenstrecke vor dem Bahn-/Schienenfahrzeug zu erzeugen.

**[0024]** So kann beispielsweise ein Radar für die Erkennung von metallischen Objekten, auch bei schlechtem Wetter, kombiniert werden mit Videokameras und Bildakquisitionsgeräten wie Wärmebildkameras zur Erkennung von Personen.

**[0025] B.** In einem zweiten Schritt wird in dem jeweiligen Bild das aktuell befahrene Gleis durch Bildanalyse unter Zuhilfenahme von externen Metaformationen markiert.

#### Variante 1:

**[0026]** In einem Videobild oder videoartigem Bild kann das über Kantenerkennungsalgorithmen ausgehend von den Schienen direkt vor dem Fahrzeug erfolgen. Durch die Verwendung von Zusatzinformationen, wie Schienenplänen, Kartenmaterial o.ä., kann diese Erkennung robuster durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang wird auf das Durchführen einer fahrspur-/gleisbasierten Bildanalyse im Bahn-/Schienenverkehr gemäß der DE-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. 102016224331.4) und der Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2017/081-845; Veröffentlichungs-Nr. WO 2018/104462 A1) und der darin jeweils offenbarten technischen Lehre verwiesen.

#### Variante 2:

**[0027]** In einem Radar-basierten Bild kann das ungefähr auf Basis der Kenntnis der befahrenen Strecke erfolgen (der Fahrspur-/Gleisverlauf relativ zu einer geographischen Position ist bekannt).

**[0028] C.** In einem dritten Schritt wird fokussiert auf die befahrene Fahrspur/das befahrene Gleis pro eingesetztes Bildaufzeichnungsgerät (z.B. ein Bildakquisitionsgerät) durch Objekterkennungsmethoden erkannt, ob sich ein Objekt oder eine Person auf der Fahrspur/dem Gleis befindet. Das bedeutet, dass nur der Bildausschnitt mit der befahrenen Fahrspur/dem befahrenen Gleis und der kritische Bereich links und rechts davon betrachtet werden. Dabei werden je nach Bildakquisitionsgerät eines oder beide der nachstehenden Pattern-Matching-Verfahren eingesetzt.

**[0029]** Auch hier wird durch die Integration von externen Informationen oder den Zusatzinformationen die

Erkennungsgüte erhöht.

#### **C1.** Positiv-Matching

**[0030]** Es wird geprüft, ob sich in dem relevanten Bildausschnitt Pattern, die zu Personen oder Objekten wie umgestürzten Bäumen oder vorausfahrenden Bahnfahrzeugen, z.B. Schienenfahrzeugen, Zügen, befinden. Falls ja, wird ein Hindernis oder ein potenzielles Hindernis markiert.

#### **C2.** Negativ-Matching

**[0031]** Es wird geprüft, ob ein erwartetes Pattern erkannt wird, wie z.B. durch ein durchgezogenes Gleis oder durch regelmäßige Schienenträger im Bild bzw. den Bildern. Falls das nicht der Fall ist, so wird über eine Bilddatenbank geprüft, ob die Unregelmäßigkeit erwartet wurde (diese Information kann z.B. bei Initialisierungsfahrten mit einem Triebwagenführer vorgenommen werden). Falls die Unregelmäßigkeit nicht erwartet wurde, wird ein potenzielles Hindernis markiert.

**[0032] D.** In einem vierten Schritt wird das Ergebnis der Hindernismarkierung aus den unterschiedlichen Bildakquisitionsgeräten zusammengeführt. Auch hier werden, beispielweise durch die Verwendung von probabilistischen Bildverarbeitungsmethoden, wie Hidden-Markov-Modellen, die unterschiedlichen Informationsquellen kombiniert, um eine fehlerhafte Erkennung zu minimieren und "false negatives", d.h. die fehlerhafte Annahme, dass sich kein Objekt im Fahrspur-/Gleisbereich befindet, obwohl es real vorhanden ist, auszuschließen.

**[0033]** Durch die vorstehend skizzierte Analyse von Bildern von der Strecke vor dem Bahnfahrzeug kann erreicht werden, dass:

- Objekte und Personen im relevanten Fahrspur-/Gleisbereich effizienter erkannt werden als bisher.
- Zulässige Objekte und Personen im Bereich vor dem Bahnfahrzeug/Schienenfahrzeug (aber eben außerhalb der befahrenen Fahrspur bzw. des befahrenen Gleises und eines kritischen Bereiches links und rechts davon) von unzulässigen Objekten und Personen auf der befahrenen Fahrspur respektive im befahrenen Gleis oder im kritischen Bereich links und rechts unterschieden werden können.
- Objekte und Personen bei ungünstigen Sichtbedingungen zuverlässiger erkannt werden kann als durch Triebfahrzeugführer.
- Triebfahrzeugführer nicht mehr für das Erkennen von Hindernissen benötigt werden, so dass unabhängig von deren Verfügbarkeit die befahrene Fahrspur/das befahrene Gleis erkannt werden kann.

**[0034]** Im Zuge einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung können in Bezug auf die Hinderniserkennungsvorrichtung nach Anspruch 6 noch folgende zusätzlichen Komponenten - a) bis c) für das Bildaufzeich-

nungsgerät (z.B. das Bildakquisitionsgerät) - verwendet werden:

a. Eine Korrekturkomponente, die Wetter- und Helligkeitsdaten für die Auswertung des Bildmaterials mit einbezieht. Damit kann beispielsweise bei starkem Nebel, die Auswertung von Videobildern auf die ersten 50 Meter vor dem Bahnfahrzeug bzw. Schienenfahrzeug begrenzt werden und die Geschwindigkeit des Fahrzeuges entsprechend gedrosselt werden.

b. Eine Brennweiteveränderungskomponente, die in Abhängigkeit von der Umgebung (z.B. Bahnhof, Stadtgebiet, Land, etc.) und der Geschwindigkeit den richtigen Aufnahmewinkel wählt, um so die Auswertung des Bildes optimal zu unterstützen. Zum Beispiel können dann sowohl Aufnahmesituationen auf freier Strecke (benötigen Bilder aus großer Entfernung, um aufgrund der Geschwindigkeit rechtzeitig reagieren zu können) als auch Aufnahmesituationen im Bahnhofsbereich (benötigen Bilder mit einer hohen Breite) geeignet bedient werden. Zusätzlich können durch Fusion von Bilddaten und Streckendaten besonders interessante Bereiche fokussiert werden, wie z.B. ein Bahnübergang.

c. Eine Beleuchtungskomponente, beispielsweise ein Scheinwerfer der inner- oder außerhalb des menschlich sichtbaren Bereichs arbeitet, durch welche sich die Qualität des von dem Bildaufzeichnungsgerät bzw. Bildakquisitionsgerät bei Nacht oder schlechter Witterung aufgenommenen Bildmaterials verbessert.

d. Eine landseitige Auswertestation, die über Mobilfunk angebunden ist, und Bilder aus einer Bildspeichereinrichtung entgegennimmt, für die eine Auswertung nur mit hohem Unsicherheitsfaktor möglich ist. Diese Bilder können dann von einem menschlichen Experten ausgewertet werden und diese Information kann dann wiederum in die Bildspeichereinrichtung, die einer Hinderniserkennungsvorrichtung in dem Bahn-/Schienenfahrzeug (Option "A") angeordnet oder außerhalb der Hinderniserkennungsvorrichtung, z.B. als Speicherdatenbank in dem Bahn-/Schienenfahrzeug oder z.B. als Daten-Cloud, dieser zugeordnet sein kann, zurückgespeist werden.

1. Bei hinreichender Kommunikationsbandbreite und Verfügbarkeit menschlicher Experten kann dies sogar in Echtzeit erfolgen derart, dass das Ergebnis der Auswertung zur Steuerung des Bahn-/Schienenfahrzeugs verwendet werden kann.

2. Über die landseitige Auswertestation kann darüber hinaus das Bildmaterial von Schienen-

fahrzeugen einer Flotte oder mehrere Flotten abgeglichen und verteilt werden.

e. Ein mobiles Gerät eines Zugführers oder vergleichbaren Bahnbediensteten, der zwecks Passagierabfertigung ohnehin auf dem Schienenfahrzeug mitfährt und ähnlich wie unter d) Bilder mit einem hohen Unsicherheitsfaktor bewertet.

**[0035]** Darüber hinaus ist es möglich, dass eine Hinderniserkennungsvorrichtung als eine virtuelle Maschine im Sinne eines "Software Defined Signal Recognition of Rail Traffic Systems" ausgebildet ist und funktioniert.

**[0036]** Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der FIGUREN 1 und 2. Diese zeigen:

FIGUR 1 eine bahnfahrzeugbasierte Erkennung eines Hindernisses in Gestalt eines auf einer Bahnstrecke umgestürzten Baumes,

FIGUR 2 einen prinzipiellen Aufbau einer Hinderniserkennungsvorrichtung für die gemäß der FIGUR 1 bahnfahrzeugbasierte Hinderniserkennung in Gestalt des auf der Bahnstrecke umgestürzten Baumes.

**[0037]** FIGUR 1 zeigt eine bahnfahrzeugbasierte Erkennung eines Hindernisses im Bahnverkehr BVK, wenn auf einer abschnittsweise dargestellten Bahnstrecke BST eines Bahnnetzes BNE ein Bahnfahrzeug BFZ sich auf einer Fahrspur FS der Bahnstrecke BST einem als Hindernis auf der Fahrspur FS befindlichen Objekt OBJ, im dargestellten Fall einem auf die Fahrspur FS umgestürzten Baum, nähert.

**[0038]** Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die fahrspurbezogene Bahnstrecke BST des Bahnnetzes BNE eine Schienenstrecke SST eines Schienennetzes SNE, auf dem im Schienenverkehr SVK zur schienenfahrzeugbasierte Hinderniserkennung ein Schienenfahrzeug SFZ auf einem Gleis GL unterwegs ist und sich dem als Hindernis auf dem Gleis GL befindlichen Objekt OBJ, im dargestellten Fall dem auf das Gleis GL umgestürzten Baum, nähert. An die Stelle des dargestellten Schienenverkehrs SVK mit dem auf der Schienenstrecke SST des Schienennetzes SNE fahrenden Schienenfahrzeugs SFZ ist auch hier wieder aufgrund der eingangs geführter Diskussion auch jedes andere x-beliebige kurz- oder langstreckenbasierte Bahnverkehrssystem als weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung denk- und vorstellbar. So käme ebenso z.B. ein Magnetschwebbahn-Verkehrssystem (Stw.: Transrapid, Maglev etc.) mit einer entsprechend vergleichbaren Infrastruktur, bestehend aus Bahnnetz, Bahnstrecke und Bahnfahrzeug, in Frage.

**[0039]** In dem in der FIGUR 1 dargestellten Schienenverkehrssystem ist in einem Triebwagen TRW des Schie-

nenfahrzeugs SFZ mit einem Triebführerstand TFS und einer integrierter Anzeigeeinrichtung AZE, in dem sich der Arbeitsplatz des Fahrzeugführers FZF befindet, für die schienenfahrzeugbasierte Erkennung eines Hindernisses eine Hinderniserkennungsvorrichtung HEV untergebracht. Die Hinderniserkennungsvorrichtung HEV beinhaltet hierfür ein vorzugsweise als Sensor ausgebildetes Bildaufzeichnungsgerät BAZG, das z.B. als gewöhnliche Videokamera, Lasersensor, Wärmebildkamera, Radar-Einrichtung, Infrarotkamera etc., ausgebildet ist und wegen Akquirierung von Bildern auch als Bildakquisitionsgerät bezeichnet wird.

**[0040]** Mit dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG sind, wenn sich das auf dem Gleis GL fahrende Schienenfahrzeug SFZ dem als Hindernis auf dem Gleis GL befindlichen Objekt OBJ, im dargestellten Fall dem umgestürzten Baum, nähert, von dem Schienenfahrzeug SFZ aus, z.B. aus der Perspektive des Triebwagenführers FZF in dem Triebführerstand TFS des Triebwagens TRW und/oder aus einer ortsfesten, fahrspurobservierenden Position im oder am Fahrzeug SFZ, von einem dem Schienenfahrzeug SFZ vorgelagerten, sich dabei vorzugsweise an die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs SFZ orientierenden, Fahrstreckenbereich FSB eine Vielzahl von den Fahrstreckenbereich FSB repräsentierenden Bildern  $BI_{FSB}$  erfassbar.

**[0041]** In den Bildern  $BI_{FSB}$  des Fahrstreckenbereichs FSB ist ein Bildbereich BIB mit einem Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  enthalten, der das benutzte Gleis GL sowie einen für den Schienenverkehr SVK kritischen Bereich repräsentiert, durch den ein für den Schienenverkehr SVK kritischer Umkreis im Wesentlichen links und rechts des Gleises GL in dem durch den Bildbereich BIB der Bilder  $BI_{FSB}$  des Fahrstreckenbereichs FSB gezeigten Teil des Fahrstreckenbereichs FSB angegeben wird. D.h. der Fahrstreckenbereich FSB umfasst auch den für den Schienenverkehr SVK kritischen Bereich.

**[0042]** Wie jetzt aufgrund der Bilder  $BI_{FSB}$  des Fahrstreckenbereichs FSB mit dem darin enthaltenen Bildbereich BIB und dem Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  die Hinderniserkennung durchgeführt wird, wird nachfolgend mit der Beschreibung von FIGUR 2 erläutert.

**[0043]** FIGUR 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV für die gemäß der FIGUR 1 schienenfahrzeugbasierte Hinderniserkennung des Schienenfahrzeugs SFZ, das auf dem Gleis GL unterwegs ist und sich dem als Hindernis auf dem Gleis GL befindlichen Objekt OBJ, im dargestellten Fall dem umgestürzten Baum, nähert.

**[0044]** Ausgangspunkt für die Hinderniserkennung bildet dabei gemäß den Ausführungen zu der FIGUR 1 das Bildaufzeichnungsgerät BAZG, das die Bilder  $BI_{FSB}$  des Fahrstreckenbereichs FSB für die Hinderniserkennung erfasst.

**[0045]** Das Bildaufzeichnungsgerät BAZG ist dazu vorzugsweise für die Ausrichtung auf das Bildobjekt schwenkbar ausgebildet.

**[0046]** Ferner ist es möglich und u.U. auch aus erfass-

ungstechnischen Gründen sinnvoll, dass mehrere Bildaufzeichnungsgeräte BAZG gleicher Bauart, z.B. mehrere Videokameras, oder Geräte unterschiedlicher Bauart, z.B. mehrere Videokameras, Lasersensoren, RADAR-basierte, auf funkbasierte Ortung und Abstandsmessung beruhende Sensoren, Infrarotkameras und/oder Wärmebildkameras, in der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV enthalten sind, die die Bilder  $BI_{FSB}$  aufnehmen. Eine derartige mehrfache Ausführung der Bildaufzeichnung bzw. Bildakquirierung ist kann u.a. für Redundanzzwecke relevant sein.

**[0047]** Um die Qualität der mit dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG aufgezeichneten oder akquirierten Bilder weiterhin zu verbessern, sind in dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG vorzugsweise folgende Komponenten enthalten:

1. Eine Korrekturkomponente KOK, mit der Wetter- und Helligkeitsdaten für die Auswertung des Bildmaterials einbezogen werden. Mit dieser Komponente ist es z.B. möglich, bei starkem Nebel die Auswertung von Videobildern auf die ersten 50 Meter vor dem Schienenfahrzeug zu begrenzen und die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeuges entsprechend zu drosseln.

2. Eine Brennweitenveränderungskomponente BVK, die in Abhängigkeit von der Umgebung (z.B. Bahnhof, Stadtgebiet, Land, etc.) und der Geschwindigkeit den richtigen Aufnahmewinkel wählt, um so die Auswertung des Bildes optimal zu unterstützen. Dadurch können dann sowohl Aufnahmesituationen auf freier Strecke (benötigen Bilder aus großer Entfernung, um aufgrund der Geschwindigkeit rechtzeitig reagieren zu können) als auch Aufnahmesituationen im Bahnhofsbereich (benötigen Bilder mit einer hohen Breite) geeignet bedient werden. Zusätzlich können durch Fusion von Bilddaten und Streckendaten besonders interessante Bereiche entlang der Schienenstrecke SST im Schienennetz SNE fokussiert werden, wie z.B. ein Bahnübergang.

3. Eine Beleuchtungskomponente BLK, die beispielsweise als ein Scheinwerfer ausgebildet ist, der inner- oder außerhalb des menschlich sichtbaren Bereichs arbeitet, und durch die sich die Qualität des von dem Bildaufzeichnungsgerät bzw. dem Bildakquisitionsgerät BAZG bei Nacht oder schlechter Witterung aufgenommenen Bildmaterials verbessert.

**[0048]** Die so aufgenommenen Bilder werden von dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG in eine Bildspeichereinrichtung BSPE gespeichert. Diese Bildspeichereinrichtung BSPE ist entweder gemäß Option "A" als Komponente der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV mit dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG entsprechend verbunden oder gemäß Option "B" außerhalb der Hinderniserken-

nungsvorrichtung HEV, z.B. als Speicherdatenbank, in dem Triebwagen oder in einer Daten-Cloud dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG zugeordnet bzw. mit diesem verbindbar.

**[0049]** Für die Auswertung der aufgezeichneten bzw. akquirierten Bilder zum Erkennen von Objekten, die Hindernisse für den Schienenverkehr entlang der Schienestrecke darstellen, z.B. der auf das Gleis umgefallene Baum gemäß der FIGUR 1, ist das Bildaufzeichnungsgerät BAZG mit einer Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE verbunden, die ebenfalls eine Komponente der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV ist. Zu diesem Zweck ist die Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE, wie das Bildaufzeichnungsgerät BAZG, entweder gemäß der Option "A" mit der Bildspeichereinrichtung BSPE verbunden oder gemäß Option "B" der Bildspeichereinrichtung BSPE zugeordnet bzw. mit dieser verbindbar. Auf diese Weise entsteht eine Funktionseinheit aus der Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE, dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG und der Bildspeichereinrichtung BSPE, bei der die genannten Komponenten der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV für eine berechnungs-/auswertegestützte Hinderniserkennung teilfunktional zusammenwirken.

**[0050]** Für die Bildung einer vollständigen Funktionseinheit zur berechnungs-/auswertegestützten Hinderniserkennung, bei der die daran beteiligten Teileinheiten funktional zusammenwirken, wird die genannte Funktionseinheit durch eine weitere Teileinheit, eine Informationsdatenbank IDB, erweitert. Die Informationsdatenbank IDB kann dabei beispielsweise mit der Bildspeichereinrichtung BSPE als bauliche Einheit in einer gemeinsamen Speichervorrichtung integriert sein. Diese in der FIGUR 2 nicht explizit dargestellte Speichervorrichtung kann ihrerseits wiederum, wie die Bildspeichereinrichtung BSPE, entweder gemäß Option "A" als Komponente der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV mit dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG und der Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE entsprechend verbunden oder gemäß Option "B" außerhalb der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV in dem Triebwagen oder in einer Daten-Cloud dem Bildaufzeichnungsgerät BAZG und der Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE zugeordnet bzw. mit diesem verbindbar sein. In diesem Zusammenhang wird auf die Informationsspeichereinrichtung in der DE-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. 102016224355.1) und der dazu korrespondierenden Internationalen Patentanmeldung (Anmeldung-Nr. PCT/EP2017/081784; Veröffentlichungs-Nr. WO 2018/104427 A1) zum alternative Bestimmen von Positionen im Schienenverkehr, wenn eine herkömmliche satellitengestützte Positionsbestimmung versagt oder unzureichend ist, verwiesen.

**[0051]** In der Informationsdatenbank IDB sind neben Bild-Metainformationen BMI, die dem Wortsinn nach Merkmals- und Eigenschaftsdaten des in den Bildern  $BI_{FSB}$  erfassten Fahrstreckenbereichs FSB beinhalten, Zusatzinformationen ZI, wie z.B. Fahrstreckenplänen

oder Kartenmaterial, etc., gespeichert. Gemäß der Darstellung in der FIGUR 2 ist die Informationsdatenbank IDB der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV in der Weise zugeordnet bzw. mit dieser verbindbar, als die Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE für die berechnungs-/auswertegestützte Hinderniserkennung auf die in der Informationsdatenbank IDB gespeicherten Bild-Metainformationen BMI und Zusatzinformationen ZI zugreift. Die Informationsdatenbank IDB ist dazu vorzugsweise außerhalb der Hinderniserkennungsvorrichtung HEV, z.B. als Datenbank, in dem Triebwagen angeordnet oder ist als Daten-Cloud ausgebildet.

**[0052]** Für die berechnungs-/auswertegestützte Hinderniserkennung weist die Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE vorzugsweise einen nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher SP, in dem prozessorlesbare Steuerprogramm-befehle eines die Hinderniserkennung steuernden Programm-Moduls PGM gespeichert sind, und einen Prozessor PZ, der die Steuerprogramm-befehle des Programm-Moduls PGM zur berechnungs-/auswertegestützten Hinderniserkennung ausführt, auf. Dazu greift der Prozessor PZ zusätzlich - neben den Zugriffen auf die Bild-Metainformationen BMI und die Zusatzinformationen ZI in der Informationsdatenbank IDB - zu Steuerungszwecken und zum Auslesen von Daten auf das Bildaufzeichnungsgerät BAZG und die Bildspeichereinrichtung BSPE zu.

**[0053]** Die Berechnungs-/Auswerteeinrichtung BAWE bzw. das Programm-Modul PGM mit dem die Steuerprogramm-befehle des Programm-Moduls PGM zur berechnungs-/auswertegestützten Hinderniserkennung ausführenden Prozessor PZ sind jetzt bezüglich der berechnungs-/auswertegestützten Hinderniserkennung derart ausgebildet, dass in den Bildern  $BI_{FSB}$  jeweils der Bildbereich BIB markiert wird, der das von dem Schienenfahrzeug SFZ benutzte Gleis GL zeigt, wobei das durch die Markierung bildlich positionierte Gleis GL des Schienenfahrzeugs SFZ durch eine Bildanalyse erkannt und entweder mit den gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen BMI oder mit den gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen MMI und den Zusatzinformationen ZI abgeglichen wird.

**[0054]** Die Bildanalyse und somit die Markierung wird vorzugsweise mit Hilfe von Kantenerkennungsalgorithmen durchgeführt, bei der ausgehend von dem in dem Fahrstreckenbereich FSB erfassten Gleis GL in dem Bildbereich BIB der Verlauf der von dem Schienenfahrzeug SFZ benutzten Gleis GL durch einen sich im erfassten Bild ändernden Bildanteil des Gleises GL zum erfassten Gesamtbild erkannt wird.

**[0055]** Darüber hinaus wird vorzugsweise, wenn die Bilder  $BI_{FSB}$  mit RADAR-basierten, auf funkbasierte Ortung und Abstandsmessung beruhenden Sensoren aufgenommen werden, die Bildanalyse und somit die Markierung auf der Basis der Kenntnis des benutzten Gleises GL durchgeführt, weil der Verlauf des benutzten Gleises GL relativ zu einer geografischen Position bekannt ist.

**[0056]** Ist das durch die Markierung bildlich positionier-

te Gleis GL des Schienenfahrzeugs SFZ durch die Bildanalyse erkannt und entweder mit den gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen BMI oder mit den gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen BMI und den Zusatzinformationen ZI abgeglichen, so wird für den Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  des markierten Bildbereichs BIB, der das benutzte Gleis GL sowie den für den Schienenverkehr SVK kritischen Bereich repräsentiert, durch eine Objekterkennungsmethode erkannt, ob sich ein Objekt OBJ, wie z.B. eine Person, ein Tier, ein umgestürzter Baum etc., auf dem Gleis GL befindet, wobei ein Hindernis in dem Bildbereich BIB, so z.B. wenn sich dieses in dem Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  befindet und/oder wenn es ein potentiell Hindernis ist, markiert wird, wenn das Objekt OBJ durch die Objekterkennungsmethode erkannt wird.

**[0057]** Mit der Objekterkennungsmethode wird ein Mustervergleich basierend auf einem Positiv-Vergleich und/oder Negativer-Vergleich durchgeführt, bei dem im Fall des Positiv-Vergleichs überprüft wird, ob in dem Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  objektspezifische Muster enthalten sind und im Fall des Negativ-Vergleichs überprüft wird, ob in dem Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  ein erwartetes Muster, das z.B. das durchgezogene, von dem Schienenfahrzeug SFZ benutzte Gleis GL oder eine Regelmäßigkeit, die durch Fahrspurträger der Fahrspur FS oder Gleisträger zwischen den parallel verlaufenden Gleisen GL gebildet wird, enthalten ist.

**[0058]** Endet diese Überprüfung vom Ergebnis her beim Negativ-Vergleich mit einem "NEIN", so wird die festgestellte Unregelmäßigkeit bezüglich ihres Erwartens mit als Referenzinformationen genutzte und in Fahrstrecken-Initialisierungsläufen zuvor aufgenommene Streckenbildern abgeglichen, wobei, wenn die Unregelmäßigkeit nicht erwartet wurde, ein Hindernis in dem Bildbereich BIB, z.B. in dem Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  und/oder als potentiell Hindernis, markiert wird.

**[0059]** Die für sämtliche Bilder  $BI_{FSB}$  jeweils in dem Bildbereich BIB respektive dem Bildbereichsausschnitt  $BIB_{AS}$  erfolgten Hindernismarkierungen werden vorzugsweise im Hinblick auf eine die unterschiedlichen Bildquellen kombinierende Bildverarbeitung mit Hilfe von Bildverarbeitungsmethoden, wie z.B. Hidden-Markov-Modellen, zusammengeführt. Dadurch kann z.B. erreicht werden, dass die Wahrscheinlichkeit für eine fehlerhafte Erkennung minimiert und das Auftreten von "false negatives", d.h. von fehlerhaften Annahmen, dass sich kein Objekt im Fahrspur-bzw. Gleisbereich befindet, obwohl es real vorhanden ist, verhindert wird.

**[0060]** Darüber hinaus ist für die Hinderniserkennungsvorrichtung HEV mit der integrierten oder zugeordneten Bildspeichereinrichtung BSPE für solche Bilder in der Bildspeichereinrichtung BSPE, für die eine Auswertung nur mit hohem Unsicherheitsfaktor möglich ist, eine landseitige Auswertestation AWS vorgesehen, die über Mobilfunk an die Bildspeichereinrichtung angebunden ist und von dieser die dort gespeicherten Bilder für eine modifizierte Auswertung entgegennimmt. Diese Bil-

der können dann von einem menschlichen Experten ausgewertet werden und diese Information kann dann wiederum in die Bildspeichereinrichtung BSPE zurückgespeist werden.

1. Bei hinreichender Kommunikationsbandbreite und Verfügbarkeit menschlicher Experten kann dies sogar in Echtzeit erfolgen derart, dass das Ergebnis der Auswertung zur Steuerung des Bahn-/Schienenfahrzeugs verwendet werden kann.
2. Über die landseitige Auswertestation AWS kann darüber hinaus das Bildmaterial von Schienenfahrzeugen einer Flotte oder mehrere Flotten abgeglichen und verteilt werden.

**[0061]** Alternativ zu der Auswertestation AWS für die modifizierte Auswertung von Bildern, für die eine Auswertung nur mit hohem Unsicherheitsfaktor möglich ist, ist es auch möglich, dass ein Zugführer oder ein vergleichbarer Bahnbediensteter, der zwecks Passagierabfertigung ohnehin auf dem Schienenfahrzeug mitfährt, mit einem mobilen Gerät Bilder mit einem hohen Unsicherheitsfaktor bewertet, so wie dies der menschliche Experte bezüglich der Bilder in der Auswertestation AWS tut.

**[0062]** Mit der wie vorstehend beschriebenen Hinderniserkennungsvorrichtung HEV kann ein automatisiertes (autonomes) oder unterstütztes Fahren des Bahnfahrzeugs BFZ bzw. des Schienenfahrzeugs SFZ ohne zusätzliche Infrastruktur entlang einer Fahrstrecke assistiert bzw. sogar realisiert werden. Dies ist insbesondere dann gegeben, wenn die Hinderniserkennungsvorrichtung HEV als eine virtuelle Maschine realisiert ist, die im Sinne eines "Software Defined Signal Recognition of Rail Traffic Systems" ausgebildet ist und funktioniert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr (BVK), insbesondere im Schienenverkehr (SVK), **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - a) von einem Bahnfahrzeug (BFZ), insbesondere einem Schienenfahrzeug (SFZ) aus, insbesondere aus der Perspektive eines Triebwagenführers (FZF, TFS, TRW) und/oder aus einer ortsfesten, fahrspurobservierenden Position im oder am Fahrzeug (BFZ, SFZ), von einem dem Bahnfahrzeug (BFZ, SFZ) vorgelagerten, insbesondere sich an die Geschwindigkeit des Bahnfahrzeuges (BFZ, SFZ) orientierenden, Fahrstreckenbereich (FSB) eine Vielzahl von den Fahrstreckenbereich (FSB) repräsentierenden Bildern ( $BI_{FSB}$ ) erfasst wird,
  - b) in den Bildern ( $BI_{FSB}$ ) jeweils ein Bildbereich (BIB) markiert wird, der eine von dem Bahnfahrzeug (BFZ, SFZ) benutzte Fahrspur (FS),

- insbesondere ein Gleis (GL), zeigt, wobei die durch die Markierung bildlich positionierte Fahrspur (FS, GL) des Bahnfahrzeugs (BFZ, SFZ) durch eine Bildanalyse erkannt und entweder mit gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen (BMI) oder mit gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen (BMI) und Zusatzinformationen (ZI), wie z.B. Fahrstreckenplänen oder Kartenmaterial, abgeglichen wird,
- c)** für ein Bildbereichsausschnitt (BIB<sub>AS</sub>) des markierten Bildbereichs (BIB), der die genutzte Fahrspur (FS, GL) sowie einen für den Bahnverkehr (BVK, SVK) kritischen Bereich repräsentiert, durch eine Objekterkennungsmethode erkannt wird, ob sich ein Objekt (OBJ), wie z.B. eine Person, ein Tier, ein umgestürzter Baum, auf der Fahrspur (FS, GL) befindet, wobei ein Hindernis in dem Bildbereich (BIB), vorzugsweise in dem Bildbereichsausschnitt (BIB<sub>AS</sub>) und/oder als potentiell Hindernis, markiert wird, wenn das Objekt (OBJ) durch die Objekterkennungsmethode erkannt wird.
- 2.** Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bilder (BI<sub>FSB</sub>) mit mehreren Bildaufzeichnungsgeräten (BAZG) unterschiedlicher Bauart, z.B. mit Videokameras, Lasersensoren, RADAR-basierten, auf funkbasierte Ortung und Abstandsmessung beruhenden Sensoren, Infrarotkamera, und/oder Wärmebildkameras, aufgenommen werden.
- 3.** Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn die Bilder (BI<sub>FSB</sub>) mit RADAR-basierten, auf funkbasierte Ortung und Abstandsmessung beruhenden Sensoren aufgenommen werden, die Bildanalyse auf der Basis der Kenntnis der benutzten Fahrspur (FS, GL) durchgeführt wird, weil der Verlauf der benutzten Fahrspur (FS, GL) relativ zu einer geografischen Position bekannt ist.
- 4.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Objekterkennungsmethode ein Mustervergleich basierend auf einem Positiv-Vergleich und/oder Negativ-Vergleich durchgeführt wird, bei dem
- a)** beim Positiv-Vergleich überprüft wird, ob in dem Bildbereichsausschnitt (BIB<sub>AS</sub>) objektspezifische Muster enthalten sind und
- b)** beim Negativ-Vergleich **b1)** überprüft wird, ob in dem Bildbereichsausschnitt (BIB<sub>AS</sub>) ein erwartetes Muster, vorzugsweise die durchgezogene, von dem Bahnfahrzeug (BFZ, SFZ) benutzte Fahrspur (FS, GL) oder eine Regelmäßigkeit, die durch Fahrspurträger der Fahrspur (FS) respektive Gleisträger
- zwischen den parallel verlaufenden Gleisen (GL) gebildet wird, enthalten ist,
- b2)** für den Fall, dass die Überprüfung vom Ergebnis mit einem "NEIN" endet, wird die festgestellte Unregelmäßigkeit bezüglich ihres Erwartens mit als Referenzinformationen genutzte und in Fahrstrecken-Initialisierungsläufen zuvor aufgenommene Streckenbildern abgeglichen,
- b3)** für den Fall, dass die Unregelmäßigkeit nicht erwartet wurde, wird ein Hindernis in dem Bildbereich (BIB), vorzugsweise in dem Bildbereichsausschnitt (BIB<sub>AS</sub>) und/oder als potenzielles Hindernis, markiert.
- 5.** Vorrichtung (HEV) zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr (BVK), insbesondere im Schienenverkehr (SVK), **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a)** mindestens ein Bildaufzeichnungsgerät (BAZG), mit dem von einem Bahnfahrzeug (BFZ), insbesondere einem Schienenfahrzeug (SFZ) aus, insbesondere aus der Perspektive eines Triebwagenführers (FZF, TFS, TRW) und/oder aus einer ortsfesten, fahrspurobservierenden Position im oder am Fahrzeug (BFZ, SFZ), von einem dem Bahnfahrzeug (BFZ, SFZ) vorgelagerten, insbesondere sich an die Geschwindigkeit des Bahnfahrzeuges (BFZ, SFZ) orientierenden, Fahrstreckenbereich (FSB) eine Vielzahl von den Fahrstreckenbereich (FSB) repräsentierenden Bildern (BI<sub>FSB</sub>) erfassbar und in einer Bildspeichereinrichtung (BSPE) speicherbar sind,
- b)** eine Berechnungs-/Auswerteeinrichtung (BAWE), die verbunden und funktional zusammenwirkend mit dem Bildaufzeichnungsgerät (BAZG), der Bildspeichereinrichtung (BSPE) und einer Informationsdatenbank (IDB), wobei vorzugsweise beide, die Bildspeichereinrichtung (BSPE) und die Informationsdatenbank (IDB), als bauliche Einheit in einer gemeinsamen Speichervorrichtung integriert sind, derart, insbesondere mit einem nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher (SP), in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbeefehle eines die Hinderniserkennung steuernden Programm-Moduls (PGM) gespeichert sind, und einem Prozessor (PZ), der die Steuerprogrammbeefehle des Programm-Moduls (PGM) zur berechnungs-/auswertegestützten Hinderniserkennung ausführt, ausgebildet ist, dass in den Bildern (BI<sub>FSB</sub>) jeweils ein Bildbereich (BIB) markiert wird, der eine von dem Bahnfahrzeug (BFZ, SFZ) benutzte Fahrspur (FS), insbesondere ein Gleis (GL), zeigt, wobei die durch die Markierung bildlich positionierte Fahrspur (FS, GL) des Bahnfahrzeugs (BFZ, SFZ) durch eine Bildanalyse er-

- kannt und entweder mit gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen (BMI) oder mit gespeicherten bekannten Bild-Metainformationen (BMI) und Zusatzinformationen (ZI), wie z.B. Fahrstreckenplänen oder Kartenmaterial, abgeglichen wird,
- c)** die Berechnungs-/Auswerteeinrichtung (BAWE) derart ausgebildet ist, dass für ein Bildbereichsausschnitt ( $BIB_{AS}$ ) des markierten Bildbereichs (BIB), der die benutzte Fahrspur (FS, GL) sowie einen für den Bahnverkehr (BVK, SVK) kritischen Bereich repräsentiert, durch eine Objekterkennungsmethode erkannt wird, ob sich ein Objekt (OBJ), wie z.B. eine Person, ein Tier, ein umgestürzter Baum, auf der Fahrspur (FS, GL) befindet, wobei ein Hindernis in dem Bildbereich (BIB), vorzugsweise in dem Bildbereichsausschnitt ( $BIB_{AS}$ ) und/oder als potentiell Hindernis, markiert wird, wenn das Objekt (OBJ) durch die Objekterkennungsmethode erkannt wird.
6. Vorrichtung (HEV) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Bildaufzeichnungsgeräte (BAZG) unterschiedlicher Bauart, z.B. mehrere Videokameras, Lasersensoren, RADAR-basierte, auf funkbasierte Ortung und Abstandsmessung beruhende Sensoren, Infrarotkamera, und/oder Wärmebildkameras, enthalten sind, die die Bilder ( $BI_{FSB}$ ) aufnehmen.
7. Vorrichtung (HEV) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Berechnungs-/Auswerteeinrichtung (BAWE) derart ausgebildet ist, dass, wenn die Bilder ( $BI_{FSB}$ ) mit RADAR-basierten, auf funkbasierte Ortung und Abstandsmessung beruhenden Sensoren aufgenommen werden, die Bildanalyse auf der Basis der Kenntnis der benutzten Fahrspur (FS, GL) durchgeführt wird, weil der Verlauf der benutzten Fahrspur (FS, GL) relativ zu einer geografischen Position bekannt ist.
8. Vorrichtung (HEV) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Berechnungs-/Auswerteeinrichtung (BAWE) derart ausgebildet ist, dass mit der Objekterkennungsmethode ein Mustervergleich basierend auf einem Positiv-Vergleich und/oder Negativer-Vergleich durchgeführt wird, bei dem
- a)** beim Positiv-Vergleich überprüft wird, ob in dem Bildbereichsausschnitt ( $BIB_{AS}$ ) objektspezifische Muster enthalten sind und
- b)** beim Negativ-Vergleich
- b1)** überprüft wird, ob in dem Bildbereichsausschnitt ( $BIB_{AS}$ ) ein erwartetes Muster, vorzugsweise die durchgezogene, von dem Bahnfahrzeug (BFZ, SFZ) benutzte Fahrspur (FS, GL) oder eine Regelmäßigkeit, die durch Fahrspurträger der Fahrspur (FS) respektive Gleisträger zwischen den parallel verlaufenden Gleisen (GL) gebildet wird, enthalten ist,
- b2)** für den Fall, dass die Überprüfung vom Ergebnis mit einem "NEIN" endet, wird die festgestellte Unregelmäßigkeit bezüglich ihres Erwartens mit als Referenzinformationen genutzte und in Fahrstrecken-Initialisierungsläufen zuvor aufgenommene Streckenbildern abgeglichen,
- b3)** für den Fall, dass die Unregelmäßigkeit nicht erwartet wurde, wird ein Hindernis in dem Bildbereich (BIB), vorzugsweise in dem Bildbereichsausschnitt ( $BIB_{AS}$ ) und/oder als potenzielles Hindernis, markiert.
9. Vorrichtung (HEV) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bildaufzeichnungsgerät (BAZG) schwenkbar ausgebildet ist.
10. Bahnfahrzeug (BFZ) zur Hinderniserkennung im Bahnverkehr (BVK), insbesondere Schienenfahrzeug (SFZ) zur Hinderniserkennung im Schienenverkehr (SVK), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung (HEV) zur Hinderniserkennung nach einem der Ansprüche 5 bis 9 in das Bahnfahrzeug (BFZ, SFZ) integriert ist.

#### Claims

1. Method for obstacle recognition in railway traffic (BVK), in particular in rail traffic (SVK), **characterized in that**
- a) from a railway vehicle (BFZ), in particular a rail vehicle (SFZ), in particular from the perspective of a tractive unit driver (FZF, TFS, TRW) and/or from a stationary, track-observing position in or on the vehicle (BFZ, SFZ), a multiplicity of images ( $BI_{FSB}$ ) of a route region (FSB) ahead of the railway vehicle (BFZ, SFZ), and in particular oriented to the speed of the railway vehicle (BFZ, SFZ), said images representing the route region (FSB), are captured,
- b) an image region (BIB) is marked in each of the images ( $BI_{FSB}$ ), which image region shows a track (FS) used by the railway vehicle (BFZ, SFZ), in particular a rail track (GL), wherein the track (FS, GL) of the railway vehicle (BFZ, SFZ), which track is visually positioned by the marking, is recognized by means of an image analysis and is compared either with stored known image meta information (BMI) or with stored known image meta information (BMI)

- and additional information (ZI), such as e.g. route schedules or map material,
- c) for an image region segment ( $BIB_{AS}$ ) of the marked image region (BIB) representing the used track (FS, GL) and a region which is critical for railway traffic (BVK, SVK), an object recognition method recognizes whether an object (OBJ), such as e.g. a person, an animal, a fallen tree, is situated on the track (FS, GL), wherein an obstacle is marked in the image region (BIB), preferably in the image region segment ( $BIB_{AS}$ ) and/or as a potential obstacle, when the object (OBJ) is recognized by the object recognition method.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the images ( $BI_{FSB}$ ) are recorded by a plurality of image recording appliances (BAZG) of varying design, e.g. by video cameras, laser sensors, RADAR-based sensors based on radio-based locating and distance measurement, infrared cameras, and/or thermal imaging cameras.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** if the images ( $BI_{FSB}$ ) are recorded by RADAR-based sensors based on radio-based locating and distance measurement, the image analysis is carried out on the basis of the knowledge of the used track (FS, GL), since the course of the used track (FS, GL) relative to a geographical position is known.
4. Method according to any of Claims 1 to 3, **characterized in that** the object recognition method carries out a pattern comparison based on a positive comparison and/or a negative comparison, wherein
- a) the positive comparison involves checking whether the image region segment ( $BIB_{AS}$ ) contains object-specific patterns, and
- b) the negative comparison
- b1) involves checking whether the image region segment ( $BIB_{AS}$ ) contains an expected pattern, preferably the continuous track (FS, GL) used by the railway vehicle (BFZ, SFZ) or a regularity formed by track supports of the track (FS) or rail track supports between the rail tracks (GL) running parallel,
- b2) for the case where the checking of the result ends with a "NO", the ascertained irregularity is compared, with regard to its expectation, with route images used as reference information and previously recorded in route initialization passes,
- b3) for the case where the irregularity was not expected, an obstacle is marked in the image region (BIB), preferably in the image region segment ( $BIB_{AS}$ ) and/or as a potential obstacle.
5. Apparatus (HEV) for obstacle recognition in railway traffic (BVK), in particular in rail traffic (SVK), **characterized in that**
- a) there is at least one image recording appliance (BAZG) with which, from a railway vehicle (BFZ), in particular a rail vehicle (SFZ), in particular from the perspective of a tractive unit driver (FZF, TFS, TRW) and/or from a stationary, track-observing position in or on the vehicle (BFZ, SFZ), a multiplicity of images ( $BI_{FSB}$ ) of a route region (FSB) ahead of the railway vehicle (BFZ, SFZ), and in particular oriented to the speed of the railway vehicle (BFZ, SFZ), said images representing the route region (FSB), are capturable and storable in an image storage device (BSPE),
- b) there is a calculation/evaluation device (BAWE) designed to be connected to and functionally cooperating with the image recording appliance (BAZG), the image storage device (BSPE) and an information database (IDB), wherein preferably both, the image storage device (BSPE) and the information database (IDB), are integrated as a structural unit in a common storage apparatus, in such a way, in particular with a non-volatile, readable memory (SP), in which processor-readable control program instructions of a program module (PGM) controlling the obstacle recognition are stored, and a processor (PZ), which executes the control program instructions of the program module (PGM) for calculation-/evaluation-aided obstacle recognition, that an image region (BIB) is marked in each of the images ( $BI_{FSB}$ ), which image region shows a track (FS) used by the railway vehicle (BFZ, SFZ), in particular a rail track (GL), wherein the track (FS, GL) of the railway vehicle (BFZ, SFZ), which track is visually positioned by the marking, is recognized by means of an image analysis and is compared either with stored known image meta information (BMI) or with stored known image meta information (BMI) and additional information (ZI), such as e.g. route schedules or map material,
- c) the calculation/evaluation device (BAWE) is designed in such a way that, for an image region segment ( $BIB_{AS}$ ) of the marked image region (BIB) representing the used track (FS, GL) and a region which is critical for railway traffic (BVK, SVK), an object recognition method recognizes whether an object (OBJ), such as e.g. a person, an animal, a fallen tree, is situated on the track (FS, GL), wherein an obstacle is marked in the image region (BIB), preferably in the image region segment ( $BIB_{AS}$ ) and/or as a potential obstacle, when the object (OBJ) is recognized by

the object recognition method.

6. Apparatus (HEV) according to Claim 5, **characterized in that** it contains a plurality of image recording appliances (BAZG) of varying design, e.g. a plurality of video cameras, laser sensors, RADAR-based sensors based on radio-based locating and distance measurement, infrared cameras, and/or thermal imaging cameras, which record the images (BI<sub>FSB</sub>).
7. Apparatus (HEV) according to Claim 6, **characterized in that** the calculation/evaluation device (BAWE) is designed in such a way that, if the images (BI<sub>FSB</sub>) are recorded by RADAR-based sensors based on radio-based locating and distance measurement, the image analysis is carried out on the basis of the knowledge of the used track (FS, GL), since the course of the used track (FS, GL) relative to a geographical position is known.
8. Apparatus (HEV) according to any of Claims 5 to 7, **characterized in that** the calculation/evaluation device (BAWE) is designed in such a way that the object recognition method carries out a pattern comparison based on a positive comparison and/or a negative comparison, wherein
- a) the positive comparison involves checking whether the image region segment (BIB<sub>AS</sub>) contains object-specific patterns, and
  - b) the negative comparison
    - b1) involves checking whether the image region segment (BIB<sub>AS</sub>) contains an expected pattern, preferably the continuous track (FS, GL) used by the railway vehicle (BFZ, SFZ) or a regularity formed by track supports of the track (FS) or rail track supports between the rail tracks (GL) running parallel,
    - b2) for the case where the checking of the result ends with a "NO", the ascertained irregularity is compared, with regard to its expectation, with route images used as reference information and previously recorded in route initialization passes,
    - b3) for the case where the irregularity was not expected, an obstacle is marked in the image region (BIB), preferably in the image region segment (BIB<sub>AS</sub>) and/or as a potential obstacle.
9. Apparatus (HEV) according to any of Claims 5 to 8, **characterized in that** the image recording appliance (BAZG) is designed in pivotable fashion.
10. Railway vehicle (BFZ) for obstacle recognition in railway traffic (BVK), in particular a rail vehicle (SFZ) for obstacle recognition in rail traffic (SVK),

**characterized in that**

an apparatus (HEV) for obstacle recognition according to any of Claims 5 to 9 is integrated into the railway vehicle (BFZ, SFZ).

## Revendications

1. Procédé destiné à la reconnaissance d'obstacles dans le transport sur voie (BVK), en particulier dans le transport ferroviaire (SVK), **caractérisé en ce que**
- a) à partir d'un véhicule sur voie (BFZ), en particulier d'un véhicule ferroviaire (SFZ), en particulier à partir de la perspective d'un conducteur de motrice (FZF, TFS, TRW) et/ou à partir d'une position fixe d'observation de la voie de circulation dans ou sur le véhicule (BFZ, SFZ), à partir d'une zone de trajet (FSB) située en amont du véhicule sur voie (BFZ, SFZ), s'adaptant en particulier à la vitesse du véhicule sur voie (BFZ, SFZ), une pluralité d'images (BI<sub>FSB</sub>) représentant la zone de trajet (FSB) sont acquises,
  - b) dans les images (BI<sub>FSB</sub>) est marquée respectivement une zone d'image (BIB) qui montre une voie de circulation (FS), en particulier une voie ferrée (GL), utilisée par le véhicule sur voie (BFZ, SFZ), dans lequel la voie de circulation (FS, GL) du véhicule sur voie (BFZ, SFZ) positionnée de manière imagée par le biais de la marque est reconnue par le biais d'une analyse d'images et est ajustée soit avec des méta-informations d'images connues mises en mémoire (BMI) soit avec des méta-informations d'images connues mises en mémoire (BMI) et des informations supplémentaires (ZI), comme par exemple des horaires ou du matériel cartographique,
  - c) pour une section de zone d'image (BIB<sub>AS</sub>) de la zone d'image marquée (BIB) qui représente la voie de circulation (FS, GL) utilisée ainsi qu'une zone critique pour le transport sur voie (BVK, SVK), il est reconnu par le biais d'une méthode de reconnaissance d'objets si un objet (OBJ), par exemple une personne, un animal, un arbre tombé, se trouve sur la voie de circulation (FS, GL), dans lequel un obstacle dans la zone d'image (BIB), de préférence dans la section de zone d'image (BIB<sub>AS</sub>) et/ou en tant qu'obstacle potentiel est marquée lorsque l'objet (OBJ) est reconnu par le biais de la méthode de reconnaissance d'objets.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les images (BI<sub>FSB</sub>) sont enregistrées avec plusieurs appareils d'enregistrement d'images (BAZG) de structures différentes, par exemple avec des

caméras vidéo, des capteurs laser, des capteurs basés sur le radar, reposant sur la localisation et la mesure de distance par radio, une caméra infra-rouge et/ou des caméras thermiques.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** lorsque les images ( $BI_{FSB}$ ) sont enregistrées avec des capteurs basés sur le radar, reposant sur la localisation et la mesure de distance par radio, l'analyse d'images est exécutée sur la base de la connaissance de la voie de circulation (FS, GL) utilisée parce que le tracé de la voie de circulation (FS, GL) utilisée est connu par rapport à une position géographique.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** avec la méthode de reconnaissance d'objets une comparaison de modèles se basant sur une comparaison positive et/ou une comparaison négative est exécutée, dans laquelle

a) en cas de comparaison positive il est vérifié si des modèles spécifiques aux objets sont contenus dans la section de zone d'image ( $BIB_{AS}$ ) et

b) en cas de comparaison négative

b1) il est vérifié si dans la section de zone d'image ( $BIB_{AS}$ ) est contenu un modèle attendu, de préférence la voie de circulation (FS, GL) traversée, utilisée par le véhicule sur voie (BFZ, SFZ) ou une régularité qui est formé(e) par le biais de supports de voie de la voie de circulation (FS), respectivement des supports de voie entre les voies ferrées (GL) s'étendant parallèlement,

b2) dans le cas où la vérification du résultat se termine par un « NON », l'irrégularité constatée concernant son attente est compensée avec des images de parcours utilisées en tant qu'informations de référence et enregistrées précédemment dans des cycles d'initialisation de parcours,

b3) dans le cas où l'irrégularité n'était pas attendue, un obstacle est marqué dans la zone d'image (BIB), de préférence dans la section de zone d'image ( $BIB_{AS}$ ) et/ou en tant qu'obstacle potentiel.

5. Dispositif (HEV) destiné à la reconnaissance d'obstacles dans le transport sur voie (BVK), en particulier dans le transport ferroviaire (SVK), **caractérisé en ce que**

a) au moins un appareil d'enregistrement d'images (BAZG), avec lequel des images d'un véhicule sur voie (BFZ), en particulier d'un véhicule sur rails (SFZ), en particulier à partir de la perspective du conducteur de motrice (FZF, TFS, TRW) et/ou à partir d'une position fixe d'obser-

vation de la voie de circulation dans ou sur le véhicule (BFZ, SFZ), d'une zone de trajet (FSB) située en amont du véhicule sur voie (BFZ, SFZ), s'adaptant en particulier à la vitesse du véhicule sur voie (BFZ, SFZ), une pluralité d'images ( $BI_{FSB}$ ) représentant la zone de trajet (FSB) peuvent être acquises et enregistrées dans un équipement d'enregistrement d'images (BSPE),

b) un équipement de calcul/d'évaluation (BAWE) qui est relié et coopère de manière fonctionnelle avec l'appareil d'enregistrement d'images (BAZG), l'équipement d'enregistrement d'images (BSPE) et une base de données d'informations (IDB), dans lequel de préférence à la fois l'équipement d'enregistrement d'images (BSPE) et la base de données d'informations (IDB) sont intégrés en tant qu'unité structurelle dans un dispositif de mise en mémoire commun de telle sorte qu'en particulier avec une mémoire lisible non volatile (SP) des instructions de programme de commande lisibles par processeur d'un module de programme commandant la reconnaissance d'obstacles (SP) sont mises en mémoire et un processeur (PZ) qui réalise les instructions de programme de commande du module de programme (PGM) destinées à la reconnaissance d'obstacles assistée par calcul/évaluation, est configuré de telle sorte que dans les images ( $BI_{FSB}$ ) respectivement une zone d'image (BIB) est marquée qui montre une voie de circulation (FS) utilisée par le véhicule sur voie (BFZ, SFZ), en particulier une voie ferrée (GL), dans lequel la voie de circulation (FS, GL) du véhicule sur voie (BFZ, SFZ) positionnée de manière imagée par le biais de la marque est reconnue par le biais d'une analyse d'images et est ajustée soit avec des méta-informations d'images connues mises en mémoire (BMI) soit avec des méta-informations d'images connues mises en mémoire (BMI) et des informations supplémentaires (ZI), comme par exemple des horaires ou du matériel cartographique,

c) l'équipement de calcul/d'évaluation (BAWE) est configuré de telle sorte que pour une section de zone d'image ( $BIB_{AS}$ ) de la zone d'image marquée (BIB) qui représente la voie de circulation (FS, GL) utilisée ainsi qu'une zone critique pour le transport sur voie (BVK, SVK) il est reconnu par le biais d'une méthode de reconnaissance d'objets si un objet (OBJ), comme par exemple une personne, un animal, un arbre tombé se trouve sur la voie de circulation (FS, GL), dans lequel un obstacle est marqué dans la zone d'image (BIB), de préférence dans la section de zone d'image ( $BIB_{AS}$ ) et/ou en tant qu'obstacle potentiel lorsque l'objet (OBJ) est

reconnu par le biais de la méthode de reconnaissance d'objets.

**6.** Dispositif (HEV) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**

plusieurs appareils d'enregistrement d'images (BAZG) de structures différentes, par exemple plusieurs caméras vidéo, capteurs laser, capteurs basés sur le radar, reposant sur la localisation et la mesure de distance par radio, une caméra infrarouge et/ou des caméras thermiques sont contenus, lesquels enregistrent des images (BI<sub>FSB</sub>).

**7.** Dispositif (HEV) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**

l'équipement de calcul/d'évaluation (BAWE) est configuré de telle sorte que lorsque les images (BI<sub>FSB</sub>) sont enregistrées avec des capteurs basés sur le radar et reposant sur la localisation et la mesure de distance par radio, l'analyse d'image est exécutée sur la base de la connaissance de la voie de circulation (FS, GL) utilisée parce que le tracé de la voie de circulation (FS, GL) utilisée est connu par rapport à une position géographique.

**8.** Dispositif (HEV) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que**

l'équipement de calcul/d'évaluation (BAWE) est configuré de telle sorte qu'une comparaison de modèles se basant sur une comparaison positive et/ou une comparaison négative est exécutée avec la méthode de reconnaissance d'objets, dans laquelle

**a)** en cas de comparaison positive il est vérifié si des modèles spécifiques aux objets sont contenus dans la section de zone d'image (BIB<sub>AS</sub>) et

**b)** en cas de comparaison négative

**b1)** il est vérifié si dans la section de zone d'image (BIB<sub>AS</sub>) est contenu un modèle attendu, de préférence la voie de circulation (FS, GL)

traversée, utilisée par le véhicule sur voie (BFZ, SFZ) ou une régularité qui est formé(e) par le biais de supports de voie de la voie de circulation (FS), respectivement des supports de voie entre les voies ferrées (GL) s'étendant parallèlement,

**b2)** dans le cas où la vérification du résultat se termine par un « NON », l'irrégularité constatée concernant son attente est compensée avec des images de parcours utilisées en tant qu'informations de référence et enregistrées précédemment dans des cycles d'initialisation de parcours,

**b3)** dans le cas où l'irrégularité n'était pas attendue, un obstacle est marqué dans la zone d'image (BIB), de préférence dans la section de zone d'image (BIB<sub>AS</sub>) et/ou en tant qu'obstacle potentiel.

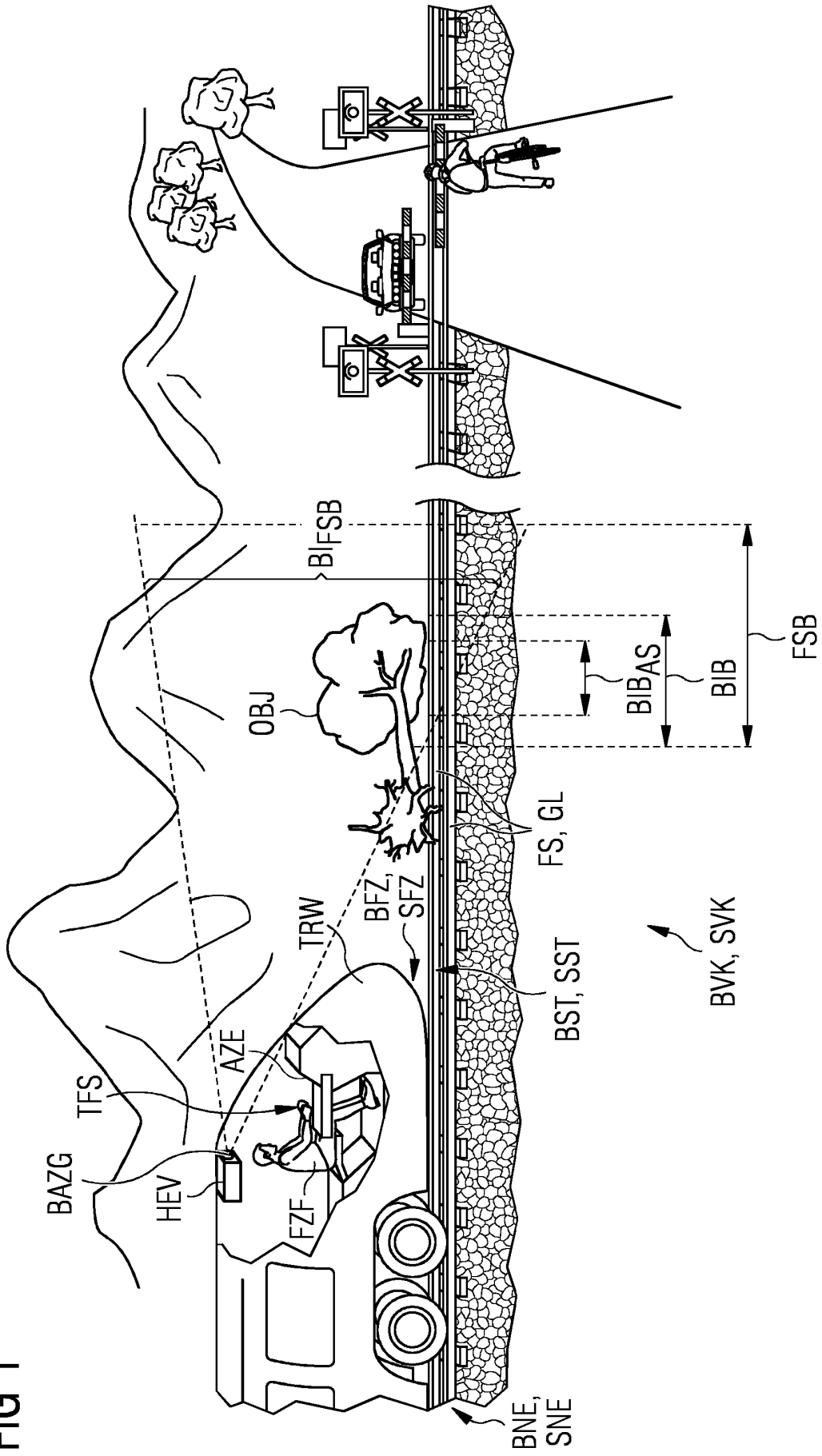
**9.** Dispositif (HEV) selon l'une quelconque des revendications 5 à 8,

**caractérisé en ce que**

l'appareil d'enregistrement d'images (BAZG) est réalisé de manière pivotante.

**10.** Véhicule sur voie (BFZ) destiné à la reconnaissance d'obstacles dans le transport sur voie (BVK), en particulier véhicule ferroviaire (SFZ) destiné à la reconnaissance d'obstacles dans le transport ferroviaire (SVK), **caractérisé en ce qu'un** dispositif (HEV) destiné à la reconnaissance d'obstacles selon l'une quelconque des revendications 5 à 9 est intégré dans le véhicule sur voie (BFZ, SFZ).

FIG 1





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2993105 A2 [0004]
- DE 102014204473 A1 [0005]
- US 2004056182 A1 [0006]
- EP 2017081834 W [0008]
- WO 2018104454 A2 [0008]
- DE 102016224344 [0008]
- EP 2016057804 W [0012]
- WO 2017174155 A1 [0012]
- DE 102016224358 [0012]
- EP 2017081841 W [0012]
- WO 201814460 A1 [0012]
- DE 102016224335 [0012]
- EP 2017081890 W [0012]
- WO 208104477 A1 [0012]
- DE 102016224355 [0012] [0050]
- EP 2017081784 W [0012] [0050]
- WO 2018104427 A1 [0012] [0050]
- EP 2017081845 W [0012] [0026]
- WO 2018104462 A1 [0012] [0026]
- US 6405128 B1 [0022]
- DE 102016224331 [0026]